ELETRÔNICA para todos

1

ENTENDER A ELETRÔNICA

ENTRADAS E SAÍDAS

FILAMENTOS E FIOS

SEGURANÇA E PROTEÇÃO

RISCOS DA ELETRÔNICA

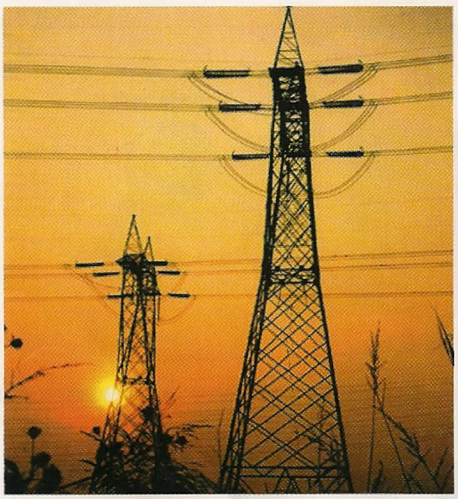
Projeto nº 1: METRÔNOMO ELETRÔNICO

SALVAT

JACKSON LIBRI®

Entender a eletrônica

Energia, comunicações, tratamento, controle: a eletrônica é um dos alicerces do mundo contemporâneo. Vamos explorar este fascinante universo com muitas explicações e poucas fórmulas, com palavras simples (mas corretas) para os que começam e um pouco mais profundamente para quem deseja aumentar os seus conhecimentos



Esta primeira sessão vai introduzi-lo gradualmente na **eletrônica analógica**, ou seja, eletricidade e eletrônica em geral.

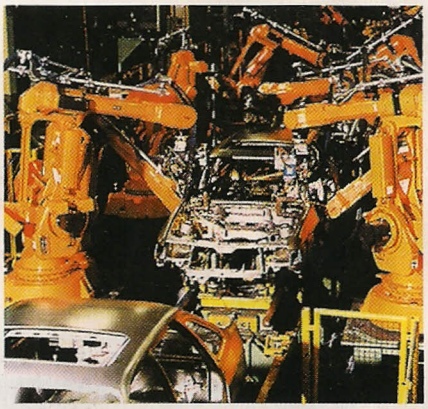
Apresentaremos os principais **dispositivos**, como por exemplo o transistor, os circuitos, os amplificadores ou os receptores de rádio.

Veremos também como se deve ler um **esquema** eletrico e entender, pelo menos em grande parte o seu funcionamento.

Esta seção serve também com uma **base** para se compreender melhor as outras que vêm a seguir (Eletrônica digital, componentes, ferramentas e técnicas, aplicações, projetos).

Energia

Comunicações e tratamento



Controle

A CORRENTE FLUI COMO A ÁGUA

- Existem certas **semelhanças** entre o comportamento da corrente eletrica e o de uma corrente de água, ainda que de um ponto de vista físico são fenômenos muito diferentes.
- Por exemplo, a corrente flui nos cabos da mesma forma que a água **flui** pelas canalizações. Para que circule pelas mesmas é necessário uma força que as empurre.
- Ambas podem transportar **energia**, por exemplo, para fazer girar uma máquina de lavar ou a roda de um moinho.
- Esta comparação é útil para **ilustrar** alguns comportamentos da corrente eletrica, porém não devemos exagerá-los.

Como uma corrente de água, também a corrente eletrica transporta energia que pode realizar um trabalho qualquer.

Circuitos elétricos

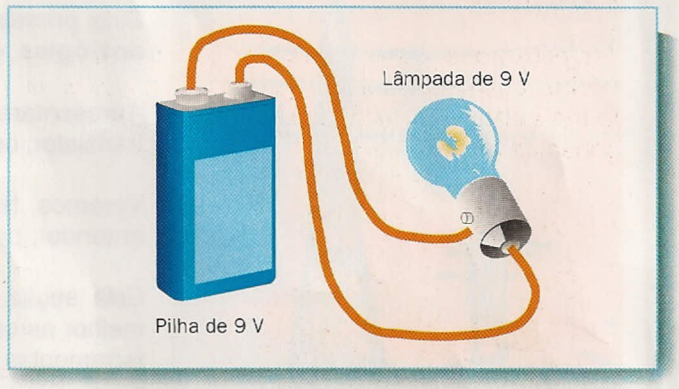
A corrente flui pelos circuitos, transportando energia

A figura mostra um **circuito**: uma pilha ligada com dois fios a uma lâmpada. A pilha proporciona energia à lâmpada.

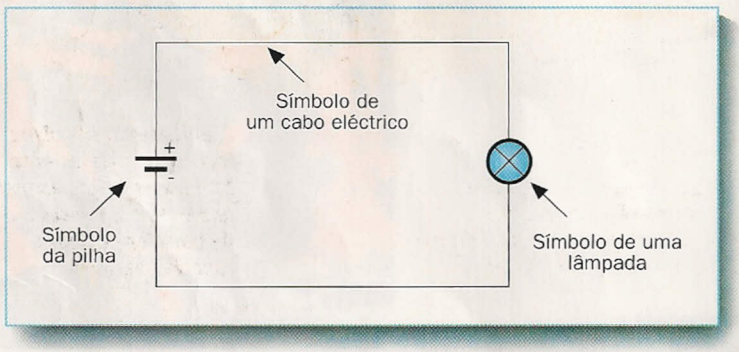
A pilha comporta-se como uma bomba que **empurra** a corrente de forma a passar pelos fios, atravessando a lâmpada.

Este fato ocorre se o circuito estiver **fechado**, que não tenha interrupções: a corrente deve poder sair de um extremo (polo) da pilha e entrar outra vez pelo outro.

Com um circuito **aberto**, interrompido, a corrente não passa. Assim por exemplo, uma lanterna tem um interruptor para abrir e fechar o circuito.



Procedente da pilha, a corrente recorre um circuito fechado e transfere a energia à lâmpada.



Um esquema eletrico representa o mais básico de um circuito de uma forma simples e elementar.

O ESQUEMA: UM CIRCUITO IDEAL

A figura mostra o **esquema eletrico** do mesmo circuito, a sua representação, reduzida ao mais elementar.

Num esquema, os **componentes** (pilha, lâmpada, fios) estão representados por símbolos convencionais, de forma que a leitura seja simples e imediata.

O esquema permite assim **descrever** o circuito de uma forma compreensível e reproduzível.

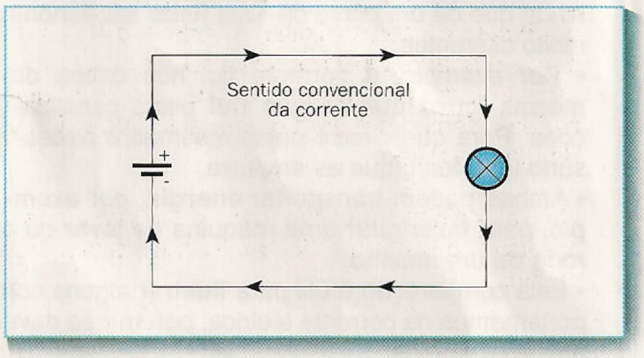
DO POSITIVO AO NEGATIVO

O símbolo "+" indica o **polo positivo** da pilha. Neste circuito a corrente circula sempre na mesma direção.

Por **convenção** a corrente sai sempre do polo positivo da pilha e entra outra vez pelo polo negativo, ainda que realmente... é ao contrário.

De fato, a corrente está formada por partículas com carga negativa, os **elétrons**.

No entanto, a convenção já está muito enrraizada, e na **prática** não altera nada.



A corrente, convencionalmente vai do polo positivo ao polo negativo.

Tensão e corrente

A tensão é a força que empurra a corrente para circular

Da mesma forma que a água não se move sem uma bomba ou um **desnível** (diferença de altura), a corrente também não circula sozinha.

A força que a empurra chama-se **tensão**, ou diferença de potencial, e é medida em **volts** (em abreviado, V), que tem o seu nome devido ao Alessandro Volta, que foi o inventor da pilha eletrica.

As instalações domésticas tem normalmente uma tensão de **127 V** ou **220 V**, um valor suficientemente alto para ser perigoso.

A **baixa tensão** de uma pilha (normalmente abaixo dos 12 V) e de muitos circuitos eletrônicos pode ser, pelo contrário, totalmente inofensiva.

Para que a corrente se mova, é necessário que seja empurrada pela força da tensão.

QUANTA CORRENTE PASSA?

A corrente é medida em **ampéres** (em abreviatura A), nome que vem de Andrés-Marie Ampère, descobridor de numerosas leis e fenômenos elétricos.

A placa que existe em todos os eletrodomésticos informa da tensão de trabalho e a corrente absorvida.

Por exemplo, uma lâmpada halogénica requer aproximadamente **1 A** (1 ampére), enquanto que um aquecedor eletrico de circulação de água pode utilizar até 10 A.

Ainda que ligados à mesma **tensão** de 220 V, os dois dispositivos utilizam correntes diferentes, em função do trabalho desenvolvido.

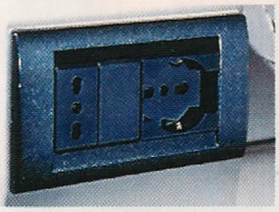
CORRENTE CONTÍNUA, CORRENTE ALTERNA

A corrente produzida pela pilha move-se apenas num sentido e chama-se **corrente contínua**, abreviado "c.c", "dc" ou "=".

A corrente de uma residência move-se de forma alterna, nos dois sentidos: é uma **corrente alternada**.

A abreviatura é a seguinte "c.a", "ac", "~" ou "≂". Obviamente a tensão que a empurra também é alternada.

Esta pilha tem uma tensão de 9 Vcc, ou seja 9 V contínuos.



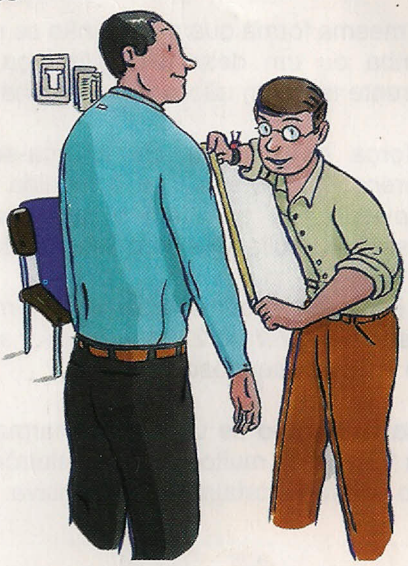
Aqui existem 220 Vca, ou seja 220 V alternados.

Unidades de medida

Para tensões e correntes muito grandes ou muito pequenas, volts e ampéres não são adequados: utilizam-se múltiplos ou sub-múltiplos

Medir em metros o Atlântico ou as patas das formigas não é **prático**: para tal, utilizamos os quilômetros, milímetros e outros múltiplos e sub-múltiplos.

O mesmo fato ocorre com a eletrônica. Por sorte, basta decorar apenas alguns **símbolos** que depois são utilizados sempre da mesma maneira.



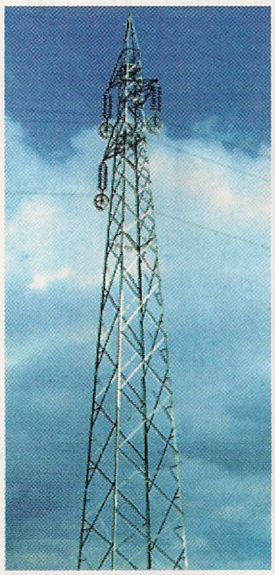
A TABELA DOS MULTIPLICADORES

Na seguinte tabela, mostram-se os principais **prefixos** multiplicadores, com exemplos reais de aplicações na eletrônica.

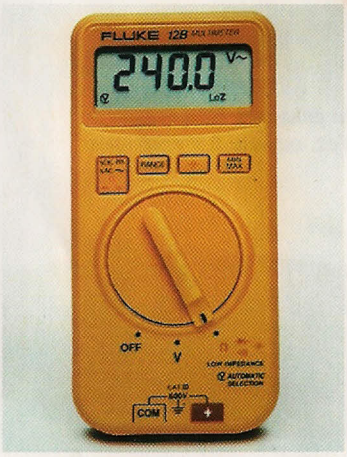
Omitimos outros prefixos dos **extremos** da gama, como o tera (10^{12}) ou femto (10^{-15}) de utilização bastante escassa.

Os prefixos multiplicadores mais utilizados na eletrônica. Nos exemplos utilizam-se algumas medidas (hertz, ohms, farads) que veremos mais adiante.

MULTIPLICADOR	SÍMBOLO	VALOR		EXEMPLOS TÍPICOS E LEITURA
giga	G	10^9	(mil milhões)	3 GHz (três gigahertz)
mega	M	10^6	(um milhão)	1 MΩ (um megaohm)
quilo	k	10^3	(mil)	2 kV (dois kilovolts)
mili	m	10^{-3}	(uma milésima)	13 mA (treze miliamperes)
micro	µ	10^{-6}	(uma milionésima)	4 µsec (quatro microsegundos)
nano	n	10^{-9}	(uma mil milionésima)	6 nA (seis nanoamperes)
pico	p	10^{-12}	(milésima de mil-milionésima)	2 pF (dois picofarads)



Aqui pode haver 380 kVca.



COMO SE ESCREVEM OS VALORES

Normalmente escrevemos 3 Km ou 140 cm, com um **espaço** entre o número e a unidade de medida. Sendo assim o correto é escrever 12 V ou 25 mA.

No entanto, aceita-se também a prática contrária, 12V ou 25mA, especialmente nos **esquemas** elétricos (por motivos de espaço e claridade).

Para os decimais utiliza-se freqüentemente o **ponto** separador anglo-saxão, por exemplo 13.24 V, em vez da virgula (13,24 V).

Ferramentas e dados técnicos, os decimais são separados com um ponto.

Eletrônica digital

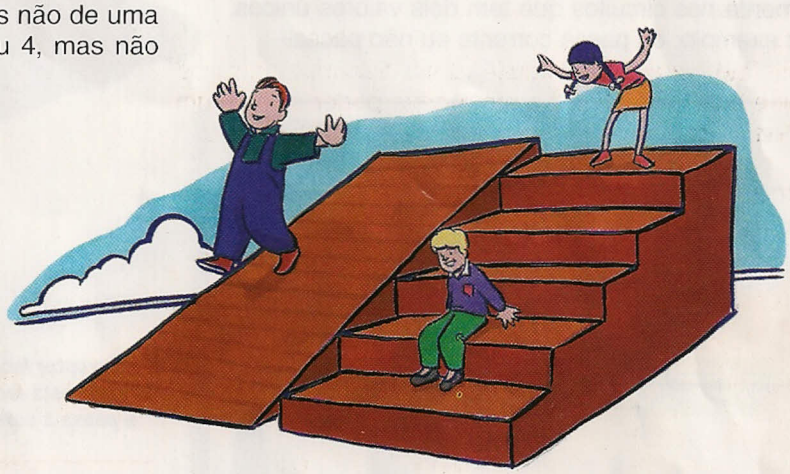
Surgiu praticamente nas ultimas décadas. O ramo digital da eletrônica teve um crescimento explosivo e começa a converter-se na mais importante

Qual é a altura que o sol alcança no céu? depende da hora e da estação: varia continuamente entre **infinitas** posições.

Também pode variar o número de ovos frescos e inteiros que existem num frigorifico, mas não de uma forma **contínua**: Ou existem 3 ovos ou 4, mas não podemos ter 3,475.

A altitude do sol é um valor **analógico**, enquanto que o número de ovos é um valor **digital**: pode somente variar dando saltos mas não de forma contínua.

A velocidade do vento varia entre infinitos valores: é uma medida analógica. O número de varetas de um guarda-chuva é um valor digital.



A altitude de um plano inclinado varia de uma forma analógica, enquanto que o de uma escada o faz de uma forma digital (por degraus).

O DIGITAL NÃO OCASIONA ENGANOS

Antes de encarar as bases da eletrônica digital, vamos tratar de entender os **motivos** da sua extraordinária difusão.

Observemos um **relógio** de ponteiros (analógico) e outro com números (digital). O primeiro indica a hora com uma aproximação razoável; o digital tem, no entanto um valor **definido**, que não tem que ser necessariamente a hora exata, mas que todos vêem do mesmo modo.

Um valor digital não sofre **erros** de leitura ou de interpretação, o que simplifica ainda mais a sua comunicação.

Por motivos similares, os circuitos eletrônicos podem tratar um valor digital sem **o alterar**, devido ao efeito de acumular muitas imprecisões pequenas.

Por exemplo, é mais fácil **transmitir** a uma grande distância uma informação digital e ter a certeza que não sofre alterações do original.

O relógio digital indica um número não necessariamente exato, mas perfeitamente definido.

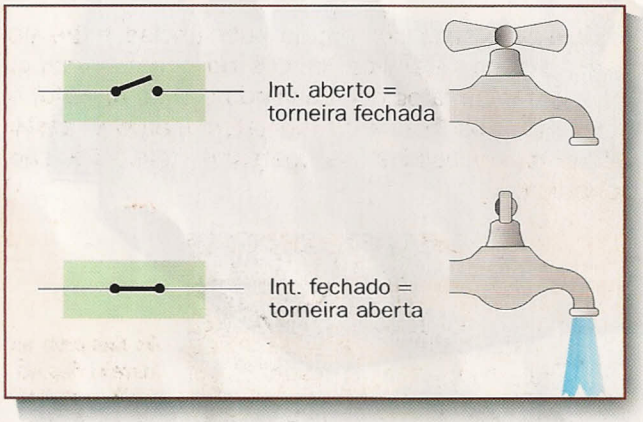
Verdadeiro e falso

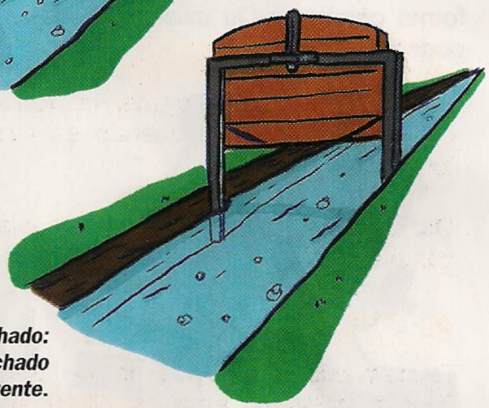
A seleção entre as duas únicas possibilidades chega para criar um mundo digital

Um dispositivo digital, como temos verificado, tem um determinado número de possíveis valores perfeitamente definidos, ou **estados**. Podem existir como máximo dois estados únicos, como num interruptor de luz: ou está acesso ou apagado.

A **eletrônica digital** moderna está baseada fundamentalmente nos circuitos que tem dois valores únicos, por exemplo: ou passa corrente ou não passa.

Interruptor aberto: o circuito está interrompido, não passa a corrente.





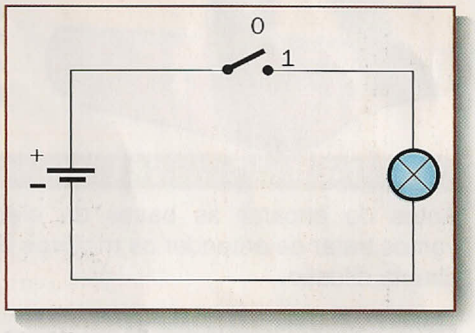
O interruptor fechado: o circuito está fechado e passa a corrente.

DOIS SÍMBOLOS: UM E ZERO

Um simples dispositivo digital de dois estados: aceso (1, verdadeiro) e apagado (0, falso).

Para uma maior comodidade chamamos **verdadeiro** ao estado no qual o interruptor está fechado (passa corrente, luz acesa) e **falso** ao estado em que o interruptor está aberto (luz apagada).

Em substituição dos símbolos também podemos utilizar **números**: um (1) se a luz estiver acesa e zero (0) se a luz estiver apagada. No Inglês "valor" é **digit** de onde deriva a palavra "digital". No entanto o termo procede por sua vez do latim "digitus", dedo. Contar com os dedos é um procedimento digital.



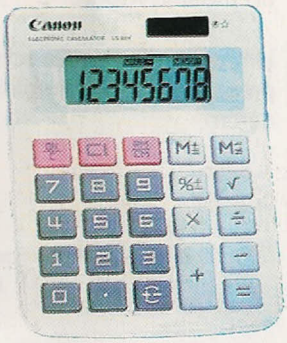
Esquema de uma lanterna: o interruptor fecha (1, verdadeiro) ou abre (0, falso) o circuito que liga a pilha à lâmpada.

NÚMEROS BINÁRIOS

Utilizar apenas os valores 1 e 0 significa que se está empregando um código de numeração **binária**, ou seja de dois valores.

Como veremos mais a diante, não é difícil utilizar estes dois valores para representar qualquer número **decimal** (por exemplo: 4813).

Os computadores e as máquinas de calcular **mostram** números decimais, embora internamente utilizem números binários, ou seja, empregam apenas os valores um e zero.



Internamente, cada número está representado de forma binária, o que quer dizer que utiliza apenas os valores um e zero.

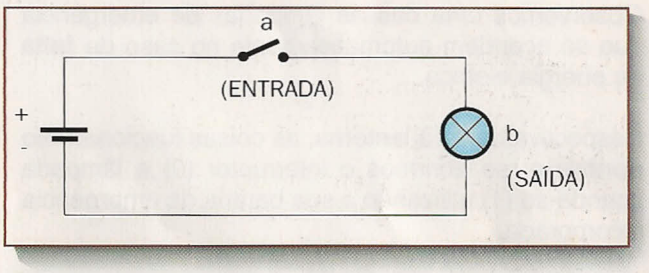
Entrada e saída

Um circuito lógico recebe comandos de entrada e produz resultados na saída

Convém distinguir entre a nossa **ação** sobre o interruptor e o seu **efeito** sobre a lâmpada.

O circuito recebe na **entrada** (Input) a ação sobre o interruptor e produz na **saída** (output) o acender da lâmpada.

Observando, por exemplo, um **computador** a diferença entre entrada (teclado e mouse) e saída (tela, impressora) resulta evidente.



O nosso circuito simples tem uma entrada (um interruptor A) e uma saída (a lâmpada B).

TABELAS VERDADE

Podemos recolher numa **tabela** o comportamento lógico de um circuito digital.

A figura mostra-nos a tabela, ou **tabela verdade**, da lanterna. Denominamos A ao interruptor (entrada) e B à lâmpada (saída).

A primeira coluna junta os possíveis valores à **entrada** (quer dizer dois: 0 e 1) e a segunda os valores correspondentes à **saída**.

Cada linha é um **estado** do circuito. Por exemplo, na primeira linha a entrada é zero (interruptor aberto) e por isso a saída tem que ser zero (lâmpada apagada).

Entrada A (interruptor)	Saída B (lâmpada)
0	0
1	1

Tabela verdade da lanterna: mostra o valor da saída (lâmpada) correspondente aos possíveis valores de entrada (estado do interruptor).

IDENTIDADE LÓGICA

Na prática, para a lanterna a saída repete a entrada. Podemos escrevê-la formalmente com uma **equação lógica**:

B = A

Este fato quer dizer; que qualquer que seja o valor da entrada A, a saída B terá sempre o mesmo valor: trata-se de um caso **de igualdade**.

As equações lógicas são úteis ao **projetar** circuitos digitais complexos.

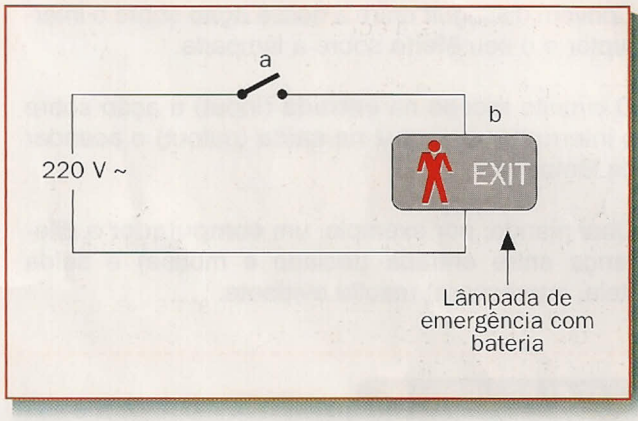
A lanterna funciona em função de uma lógica binária e elementar.

Negado: NOT

Algumas vezes é útil inverter um sinal lógico ou seja, transformar um "sim" em um "não" e vice-versa

Observemos uma dessas lâmpadas de emergência que se acendem automaticamente no caso de **falta** de energia eletrica.

Respectivamente à lanterna, as coisas funcionam **ao contrário**: se abrirmos o interruptor (0) a lâmpada acende-se (1) utilizando a sua bateria de emergência incorporada.



A lâmpada de emergência está projetada para se acender (com as suas baterias internas) no caso de faltar luz, e apagar-se se esta está presente.

Neste caso a **tabela verdade** apresentada na página anterior (igualdade) já não pode ser aplicada.

A nova tabela verdade regista sempre as mesmas entradas, mas mostra as saídas **invertidas**.

A lâmpada de emergência está projetada para se acender (com as suas baterias internas) no caso de faltar a corrente apagar-se se esta estiver presente.

Entrada A (interruptor)	Saída B (lâmpada)
0	1
1	0

INVERSÃO LÓGICA

Como se pode ver na tabela, a saída é o contrário da entrada: trata-se de uma **inversão**, ou **uma negação** lógica.

A **expressão lógica** correspondente pode ser escrita de várias formas. Na eletrônica são utilizadas convenções equivalentes.

$B = \overline{A}$

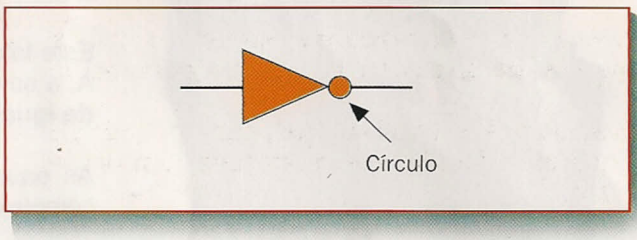
B = NOT A

B = /A

B = A'

Em todos os casos lê-se "B = a não A": B é o **oposto** (complemento) lógico de A. A operação de inversão denomina-se NOT("não" em Inglês).

Como podemos ver, nos símbolos tradicionais dos componentes eletrônicos digitais a inversão é indicada como um **círculo** pequeno.



Símbolo de um componente NOT: o pequeno círculo indica a operação de inversão lógica.

Filamentos e fios

Desde os simples filamentos aos componentes eletrônicos mais sofisticados, os dispositivos que se tocam com a mão são diferentes dos que seriam os ideais

Quando se passa da teoria para a **prática**, é necessário baixar das nuvens; da mesma forma que com o carro ideal, os componentes ideais não existem. Nesta seção vamos ocupar-nos dos dispositivos **reais**: como estão feitos, quais são os seus limites, como se lêem os respectivos dados técnicos. Começamos pelos componentes mais simples: os **fios** e filamentos que transportam a corrente de um ponto a outro. Nos esquemas aparecem como simples linhas, mas no mundo real a situação é muito diferente.

ISOLANTES E CONDUTORES

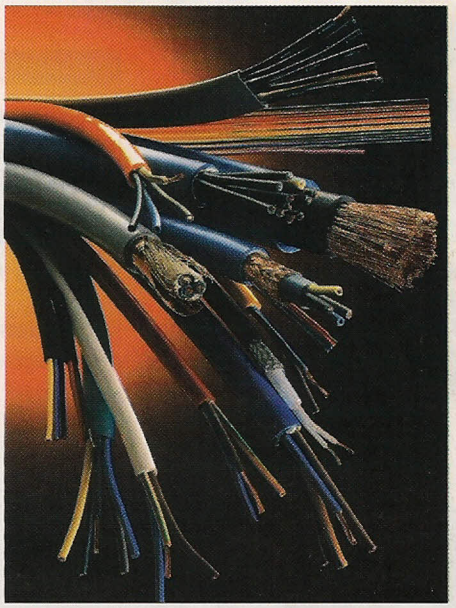
A palavra "eletrônica" deriva de **elétrons**, as minúsculas partículas que quando se movem nos fios formam a corrente.

Os elétrons viajam pelos materiais **condutores** como, por exemplo, o cobre e muitos outros metais e algumas vezes por outras substâncias entre as quais se encontram os tecidos do corpo humano. Para evitar contatos não desejados (curto-circuito) e descargas, os fios e os contatos elétricos estão **isolados**, revestidos de materiais que não são condutores.

TIPOS DE FIOS ELÉTRICOS

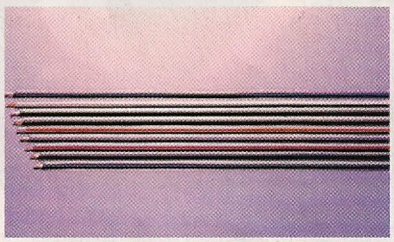
Existem diferentes **tipos** de fios e fios elétricos. As figuras mostram como as diferentes necessidades requerem diferentes soluções técnicas.

Os fios de alimentação (127V ou 220 V) contêm três fios de cobre, cada um deles com o seu próprio isolamento, além de um isolamento complementar de segurança.



Os fios para as instalações de áudio e os fios coaxiais para as comunicações estão rodeados de uma malha metálica (o "terra" ou "blindagem") que protege o condutor central de interferências.

Nos computadores, assim como em outros aparelhos, utilizam-se fios planos compostos por numerosos condutores adjacentes. Se fossem fios diferentes, seria uma grande confusão.



No caso de que a tensão seja baixa (por exemplo 9 V) não existe o risco de descargas e pode-se empregar um isolamento reduzido, poupando assim espaço.

Dados técnicos

Para escolher corretamente, é essencial saber ler as especificações publicadas pelo fabricante

Num cabo elétrico normal, o dado mais importante é a **corrente máxima** que pode suportar de uma forma contínua.

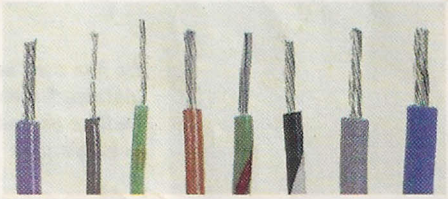
A passagem de corrente causa um **aquecimento** que pode danificar o isolante, debilitar o cobre ou causar um incêndio diretamente.

Tudo depende da **seção**, ou seja a zona de cobre (em milímetros quadrados) que determina a resistência à passagem da corrente.

A **corrente nominal** é a que o cabo pode agüentar indefinidamente, sem alcançar temperaturas perigosas.

Especificações técnicas	Fio 1	Fio 2
Isolante do fio	PVC	Borracha de silicone
Corrente máxima	32 A	32 A
Tensão nominal	1.000 V	500 V
Tensão de pico	5.000 V	2.000 V
Temperatura de funcionamento	de 10 a +70°C	de 50 a +180°C
Seção do condutor	2,5 mm^2	2,5 mm^2
Diâmetro total	4 mm	3,9 mm

Cada fabricante indica as especificações técnicas dos seus fios. No quadro acima descrito incluem-se algumas.



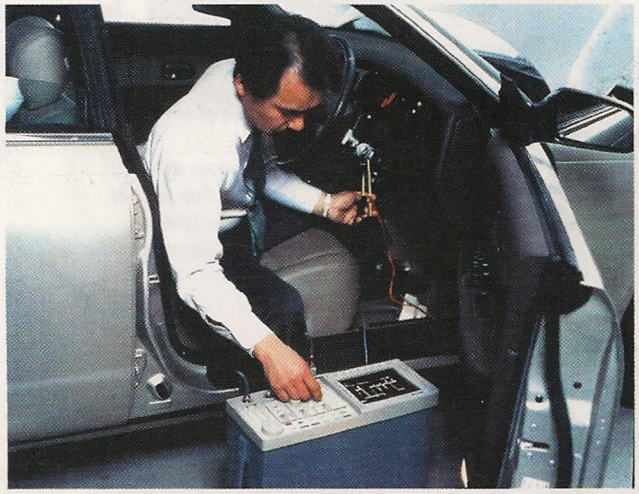
Por motivos de flexibilidade, utilizam-se freqüentemente fios "entrelaçados", realizados com muitos filamentos finos (por exemplo, 30/0,25 significa 30 filamentos de 0,25 milímetros de diâmetro).

TENSÃO MÁXIMA E DIÂMETRO

A **tensão nominal** de trabalho é a que se pode aplicar de uma forma indefinida sem correr riscos: o isolamento efetivo é normalmente mais elevado.

Podem indicar-se tensões medidas em diferentes **condições**. Por exemplo, entre os fios ou entre um filamento interno e o fio externo.

Um isolamento melhor, implica um diâmetro externo maior, o qual contempla se o fio deve passar por espaços reduzidos ou não.



OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Podem indicar-se também outras **especificações** diferentes. Nos fios de alimentação, pode ser importante outras coisas tais como:

- A resposta a determinadas **norma (ex. NBRs)**: para serem utilizados em residências, escritórios, industrias, etc.
- A **resistência mecânica** à tração, à contração, ao esmagamento ou à abrasão.
- A possibilidade de trabalhar na água ou em contato com agentes químicos.
- O funcionamento a elevadas temperaturas e a resistência ao fogo.

Os fios para serem utilizados nos automóveis ou nas industrias devem responder a requisitos especialmente rígidos.

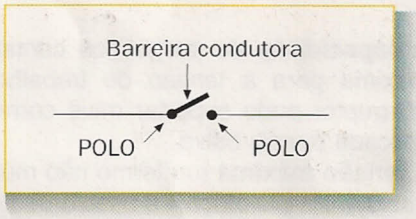
Interruptores

O interruptor pode ser considerado o componente digital mais simples: tem realmente dois estados únicos

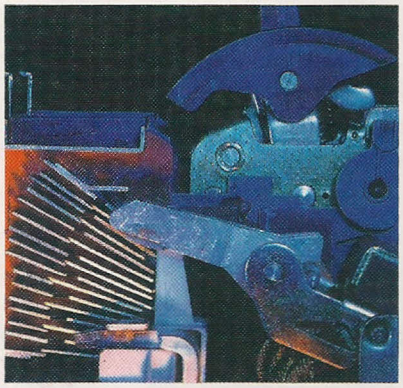
O interruptor normal, como o da luz, tem duas posições estáveis: aberto e fechado. Diz-se que é um dispositivo **bi-estável**.

O mecanismo do interruptor está desenhado de forma a que a passagem de um estado a outro (comutação) seja realizada **com um salto**.

Quando se interrompe um circuito, existe realmente o risco de uma chispa que poderia danificar os contatos. Abrindo-o rapidamente, a duração da **chispa** diminui-se ao mínimo.



O símbolo do interruptor representa os dois pólos com a barreira móvel que os pode por em ligação.



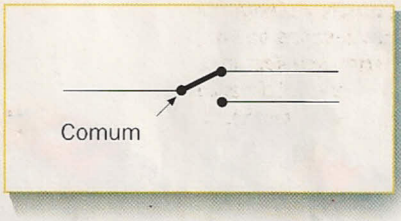
Detalhe interno de um interruptor durante uma prova de curto-circuito.

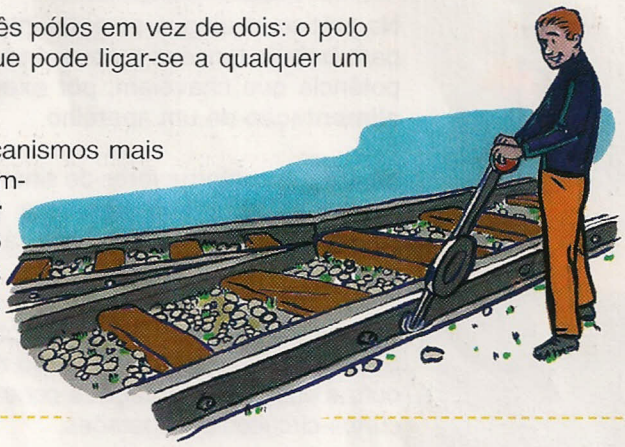
INTERRUPTORES E COMUTADORES

Existem interruptores que não se limitam a um contato apenas. Está bastante entendido o **comutador** que quando fecha um circuito abre outro.

Um comutador tem três pólos em vez de dois: o polo central, o **comum**, que pode ligar-se a qualquer um dos laterais.

Existem também mecanismos mais complicados. Por exemplo, um **comutador duplo** está formado por dois comutadores separados e dirigidos pela mesma alavanca.



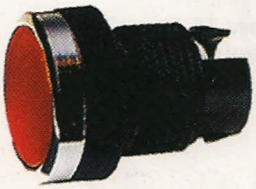


Um comutador é como o câmbio de vias; liga o polo central a um dos laterais, segundo a posição da alavanca de controle.

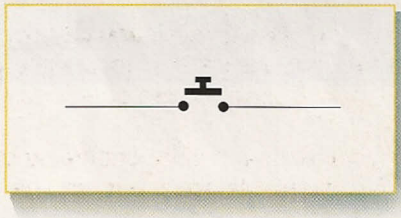
BOTÕES

Os botões são interruptores com **uma** posição estável apenas: quando se retira o dedo, a mola devolve-o à sua posição original.

O contato pode estar **normalmente aberto** ("n.a" ou "n.o") ou normalmente fechado ("n.f" ou "n.c").



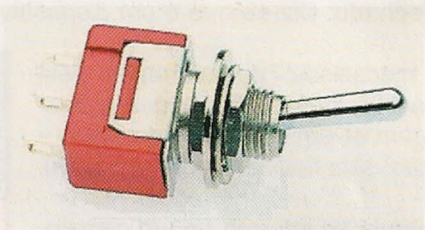
Um botão é um interruptor com um retorno automático. Neste caso está normalmente aberto; fecha-se se o pulsarmos.



Características dos interruptores

Em função da aplicação à qual estejam destinados. Podem existir grandes diferenças entre um interruptor e outro

A **capacidade de carga** dos contatos é a corrente máxima para a tensão de trabalho. Geralmente o interruptor pode suportar mais corrente se a tensão aplicada é mais baixa.
A **tensão máxima** (ou termo não muito apropriado de "resistência dielétrica") é o isolamento entre os contatos e a caixa: superando esta tensão, temos uma descarga elétrica.



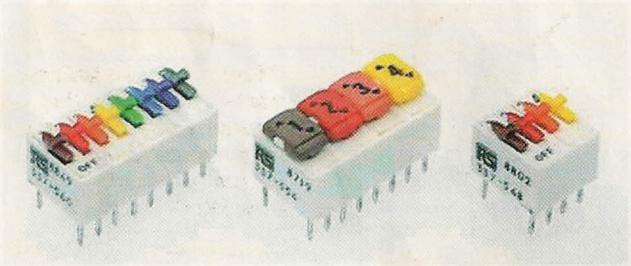
Também nos interruptores, os dados fornecidos pelos fabricantes aos vendedores são essenciais par uma escolha correta.

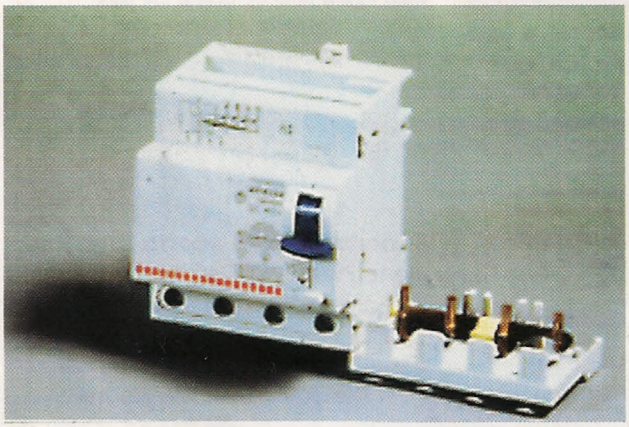
OUTROS DADOS

A **resistência de contato** (em miliohms) indica quanto o interruptor dificulta a passagem da corrente, com o conseqüente aquecimento do mesmo.

A **duração** (ou vida útil) indica o número de operações que o interruptor pode suportar.

A **temperatura de funcionamento** é a faixa de temperatura na qual o interruptor deve operar. Outras características podem ser importantes como, por exemplo, durante quanto tempo os contatos do interruptor **rebotam** uns contra os outros antes de se fecharem definitivamente.





DE SINAL E DE POTÊNCIA

Na prática, distingue-se entre interruptores de sinal, para **baixas** tensões e correntes, e interruptores de potência que chaveiam, por exemplo, a tensão de **alimentação** de um aparelho.

No caso dos interruptores de sinal é o **dip-switch** (ou "dual-line", DIL) que tem uma duração de umas poucas dezenas de manobras, já que são utilizados com bastante pouca freqüência.

Um exemplo de interruptor de potência é o disjuntor da instalação doméstica, dotado manualmente entre outras coisas de **proteções** contra as sobre-cargas, curtos-circuitos e dispersões.

Minúsculos interruptores múltiplos numa única caixa: Suportam poucos mA e estão destinados a serem utilizados com pouca freqüência.

O disjuntor de casa, suporta pelo menos 15 A e incorpora normalmente várias proteções contra os incidentes Elétricos.

Aplicações: a instalação doméstica

Nesta seção vamos ver como estão feitos e como funcionam vários objetos eletricos e os eletrodomésticos de uso corrente

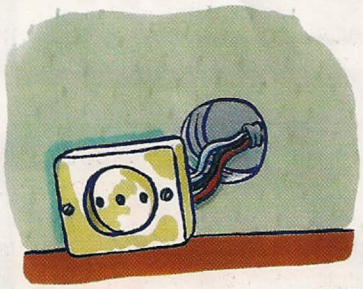
Depois de termos visto os fios e os interruptores (ver a seção de componentes) e com um conhecimento básico sobre tensão e corrente, podemos ver como se realiza a **instalação eletrica** de uma casa. Aproveitamos também para **introduzir** alguns conceitos que nos serão úteis para a compreensão dos circuitos mais complexos.

PARALELO: TENSÃO CONSTANTE

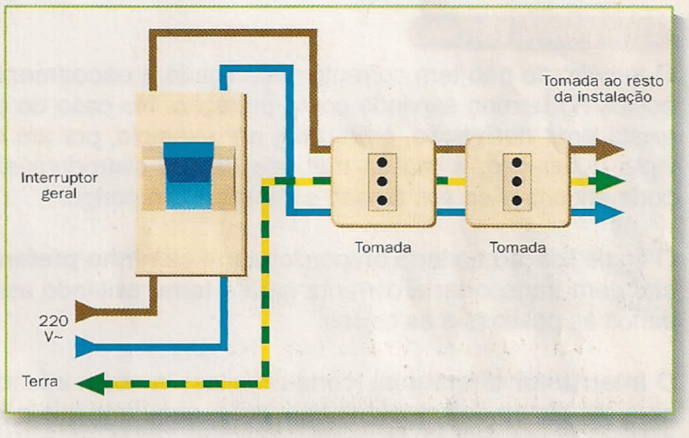
A instalação eletrica tem duas **funções**: iluminar a casa e distribuir energia às tomadas de corrente.

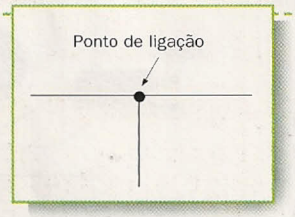
A distribuição de energia é feita ligando as tomadas em paralelo entre si: os mesmos cabos encarregam-se de transportar a corrente a todas as tomadas da casa. Como os cabos se limitam a transportar a corrente sem alterar a tensão, entre os dois cabos existe 127 Vca ou 220 Vca (alternados) em **qualquer ponto** onde seja medida.

O terceiro fio, o **terra** (amarelo/verde) tem somente uma função de segurança como veremos em breve.



Depois de passar pelo interruptor geral, a corrente é conduzida em paralelo a todas as tomadas da casa. Nos extremos de cada tomada existe a mesma tensão (127 V ou 220 V).



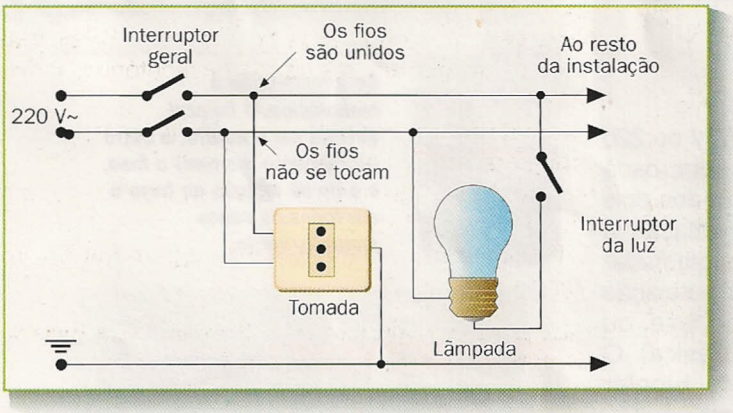


As ligações entre os cabos são indicadas nos esquemas elétricos com um ponto preto.

LIGAÇÕES ENTRE OS FIOS

No local onde são ligados vários fios, existe uma ligação ou conecção. Nos esquemas vem representado através de **um ponto preto**.

Por exemplo, a figura mostra o **esquema** de uma pequena parte da instalação elétrica: uma tomada e um lâmpada, esta última com o interruptor correspondente.



Esquema de uma parte da instalação elétrica de uma casa: dos dois fios principais saem os cabos para as tomadas e os para as lâmpadas. O fio do terra chega também aos suportes das lâmpadas, ainda que não apareça no esquema.

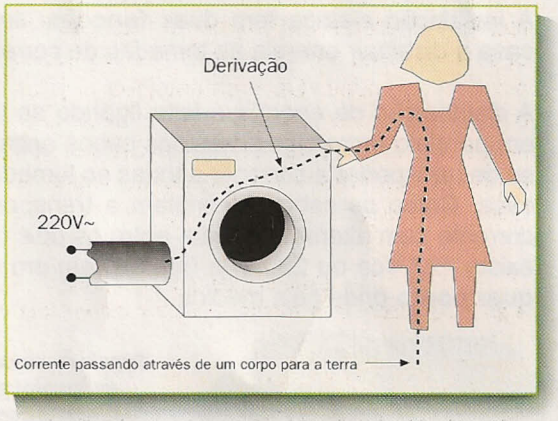
Segurança e proteções

A instalação da casa deve ser protegida contra o risco de descargas e incêndios

Fios com seção insuficiente, bornes pouco apertados ou ligações mal realizadas provocam uma **resistência** excessiva à passagem da corrente.

Este fato pode causar um aquecimento excessivo e um incêndio: por isso é fundamental que a instalação seja realizada corretamente, respeitando as normas.

Os componentes e o fabricante devem seguir as normas legais: a corrente pode ser muito perigosa.

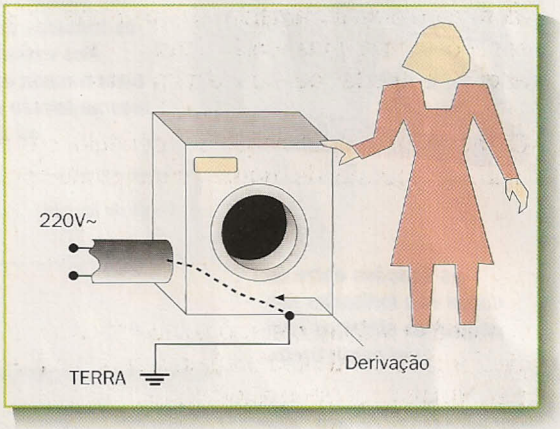


LIGAÇÃO À TERRA

O terceiro fio não tem corrente: está ligado a **escoamentos** postos no terreno servindo como proteção. No caso de que exista **uma derivação**, produzida, por exemplo, por um isolante defeituoso, a massa metálica de um eletrodoméstico pode encontrar-se sob tensão e constituir um perigo.

O fio de ligação ao terra proporciona **um caminho preferencial** para transportar a corrente para a terra, evitando assim danos às pessoas e às coisas.

O **interruptor diferencial** (corta-circuitos) também interrompe o circuito se detectar uma derivação, enquanto que o ICP (interruptor de controle de potência) o interrompe no caso de absorção excessiva.



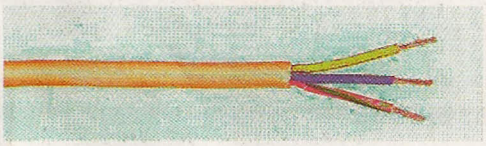
Se um isolamento está defeituoso, a carcassa de um eletrodoméstico pode estar sob tensão, sendo perigoso.

A corrente de derivação é absorvida pelo fio de ligação ao terra, evitando assim riscos imediatos. Observe o símbolo de Terra.

NEUTRO E FASE

Sabemos que **entre dois fios** principais existe 127 V ou 220 V (alternados), mas não existe a mesma tensão entre cada um dos dois e a ligação ao terra. Normalmente um dos dois (o **neutro**) tem uma tensão baixa ou nula em relação a ligação ao terra, enquanto o outro (a fase) tem aproximadamente 200 V (no caso de 220V). Fala-se então da instalação "monofásica". Em outros casos os dois cabos são fase, ou seja, têm tensão em relação à ligação ao terra (bifásica). O interruptor principal (disjuntor) é portanto sempre **bipolar** separando ambos cabos mas não a ligação ao terra.

Se a instalação é monofásica, o fio azul deveria ser o neutro, o outro (geralmente marrom) a fase, e o fio de ligação ao terra é em todos os casos amarelo/verde.

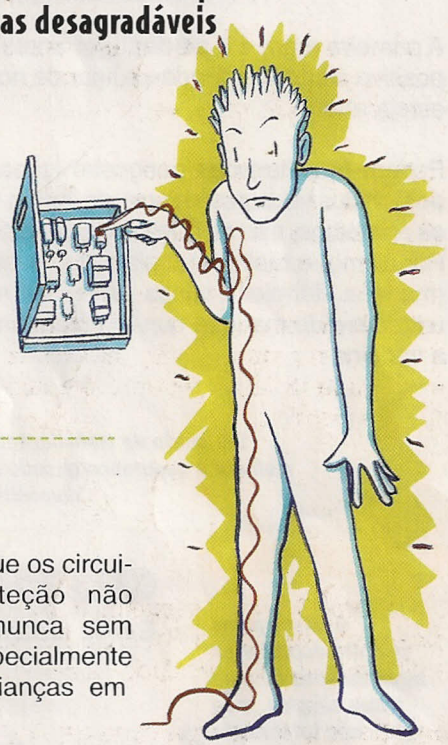


Os riscos da eletrônica

Muitos circuitos são de baixa tensão, mas é melhor utilizar sempre as precauções convenientes para evitar surpresas desagradáveis

Esta seção está dedicada às **ferramentas** de medida e às técnicas de construção, em particular as que estão ao alcance de todos os aficionados.

Começamos por uma técnica fundamental: a da sobrevivência. A **segurança** deve ser sempre o primeiro a se ter atenção, tanto neste como em outros passatempos.



Uma descarga é uma corrente que atravessa parte do corpo. É possível se existe uma tensão suficientemente alta. Uma forte descarga pode contrair os músculos e impedir que se separe do dispositivo que a ocasiona.

O ORGANISMO HUMANO E AS DESCARGAS

Trabalhar com circuitos de **baixa tensão** (até 12 V) não implica riscos, enquanto que os 220 V da rede são realmente perigosos.

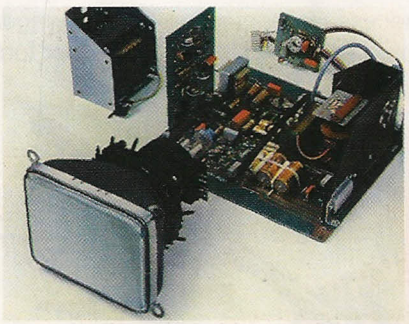
O efeito de uma descarga depende da corrente que passa e da **parte** do corpo que é atravessada: o risco é elevado se a corrente atravessa perto do coração.

São muito perigosas as descargas recebidas pelas **duas mãos** ou entre a mão esquerda e a terra, especialmente quando se tem os pés molhados.

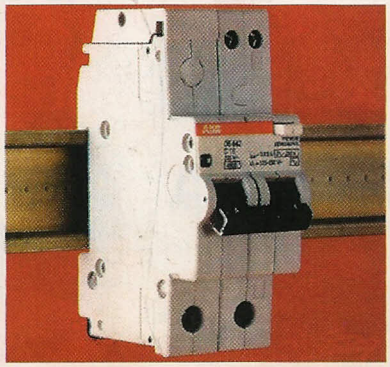
Uma corrente de poucos **mA** (miliamperes) pode ser incômoda apenas, mas uma centena de mA podem causar uma fibrilação cardíaca.

Obviamente que os circuitos sem proteção não devem ficar nunca sem **vigilância**, especialmente se existem crianças em casa.

Um velho truque dos técnicos, consiste em trabalhar com circuitos de alta tensão tendo a mão esquerda no bolso; é incômodo mas seguro.



As televisões e os monitores dos computadores são especialmente perigosos; não só abundam as altas tensões, como também a carcassa metálica está sob tensão.



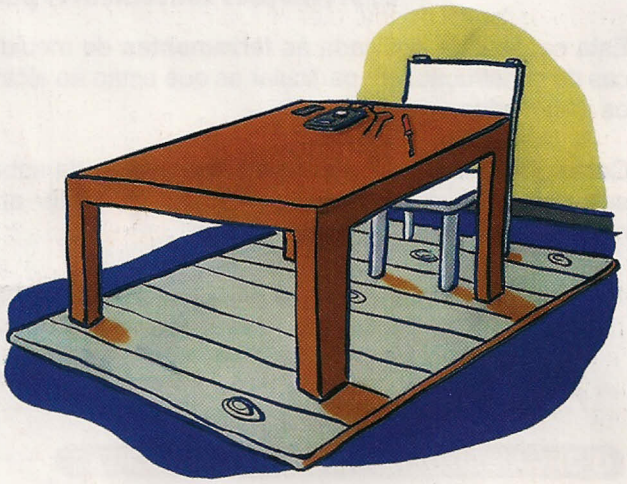
Ainda que não proteja das descargas recebidas entre os fios, o interruptor diferencial é um seguro contra as descargas entre um fio e a ligação ao terra. A instalação da ligação ao terra é sempre eficaz.

Trabalhar com segurança

Com umas poucas instruções simples, minimiza-se o risco

A primeira regra é a de **desligar** antes de abrir um dispositivo eletrônico. Pode-se ligar de novo uma vez que esteja aberto.

Podem **ficar** tensões perigosas (capacitores carregados) inclusive horas depois de terem sido desligados os aparelhos, não se deve nunca deixar de ter atenção. Por último, é melhor trabalhar numa bancada **isolante** (madeira, fórmica) nunca deve ser metálica, e com uma base de madeira ou um tapete anti-estático sobre a cadeira.



Um posto de trabalho totalmente isolado melhora a segurança quando se trabalha com dispositivos sob tensão.

A CHAVE DE PARAFUSOS BUSCA-POLOS

O busca-polos permite detectar as altas tensões de uma forma simples, mas não totalmente confiável.

É uma ferramenta muito cômoda a chave de fenda **busca-polos (ou chave-teste)** que contém uma pequena lâmpada de néon.

Quando se toca no circuito com o extremo metálico e no final do fio do busca-polos se põe um dedo, a lâmpada **acende-se** na presença de alta tensão (acima de 100 V).

Não é uma medida de precisão, mas sim um **controle prévio** como, por exemplo, antes de tocar num fio, desligar a corrente.

Permite também detectar **derivações** como carcassas metálicas que deveriam estar ligadas ao terra mas que não estão.

A lâmpada não indica necessariamente que exista perigo: a corrente pode ser baixa para causar danos. De qualquer forma é um **aviso**.

QUEIMADURAS E OUTROS DANOS

Descarga à parte, na eletrônica podemos queimar-nos facilmente: com o soldador, tocando em um dispositivo muito quente, ou causando um curto-circuito.

Finalmente, se um componente se queima ou expele fumaça, é conveniente arejar o quarto para não se respirar vapores que podem ser tóxicos.

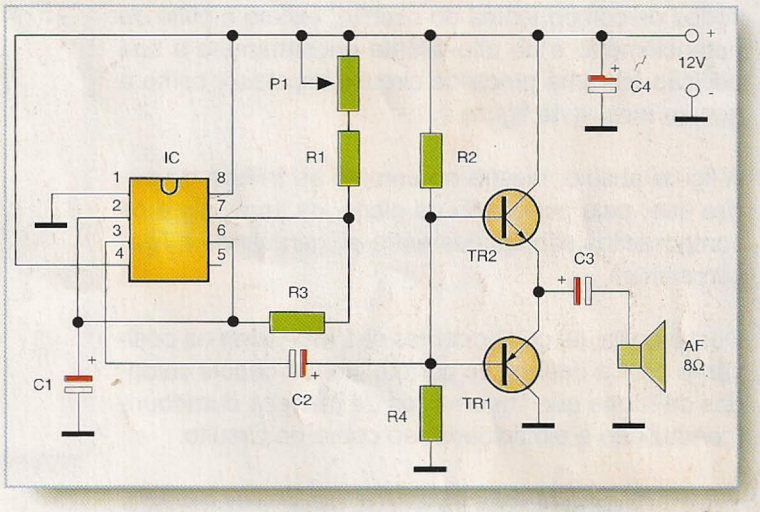
Alguns componentes eletrônicos foram realizados com materiais nocivos para a saúde; no caso de que se queimem é melhor abrir imediatamente as janelas.

Metrônomo eletrônico

A primeira realização prática que vamos realizar é um simples circuito para ajudar os músicos a manter o ritmo

Não basta a teoria para se fazer um aparelho eletrônico; necessita-se também praticar. Assim nesta seção apresentaremos vários **projetos** para realizar. Cada vez serão mais complexos.

Estão relacionados com diferentes setores da eletrônica, com o objetivo de oferecer-lhes a possibilidade de praticar com componentes e técnicas diferentes. Geralmente não são necessárias ferramentas especiais e estão ao alcance de todos. De momento, os objetos que formam o circuito parecem misteriosos, mas a sua **função** irá sendo explicada pouco a pouco nos cursos de Analógica, Digital e Componentes.



Esquema de um metrônomo: talvez pareça algo complicado, mas vamos explicar em pormenor o circuito.

O METRÔNOMO CLÁSSICO

Para tocar não basta saber ler as notas e conhecer a técnica de uma ferramenta: é necessário também ter o sentido **ritmo**, uma coisa inata, mas que se pode adquirir e aperfeiçoar com algum estudo e exercício.

O metrônomo tradicional de pêndulo oferece uma ajuda em forma de **tic-tac** cadenciado, produto da oscilação de um braço metálico, movido pela energia de uma mola.

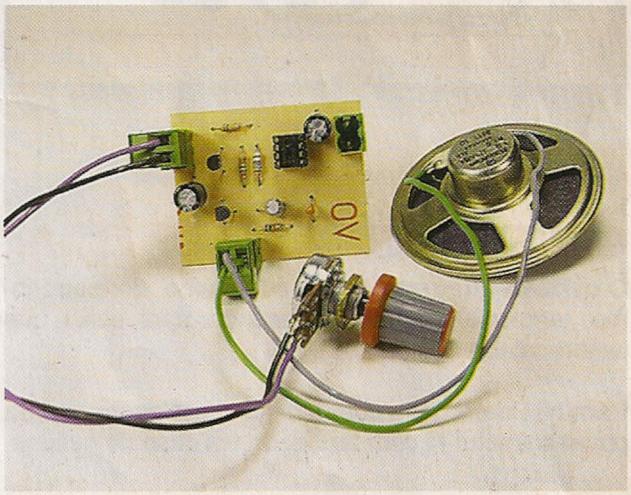
A regulação do **ritmo**, é obtida deslocando um peso ao longo da vareta, que permite alcançar o número desejado de pulsações por minuto. Exemplo 120 (quer dizer, dois por segundo).

A SOLUÇÃO ELETRÔNICA

O nosso metrônomo eletrônico cumpre a mesma função, produz um **tic-tac** com uma cadência regular por meio de um pequeno alto-falante.

A energia provêm de uma pilha ou de uma pequena fonte de alimentação ligada à rede, pois o metrônomo pode funcionar durante **longos períodos** (infinitamente com a fonte de alimentação) sem nenhuma recarga.

A **cadência** das pulsações é regulada com o botão de um potenciômetro, um dispositivo cuja resistência à corrente varia segundo o ângulo de rotação.



O aspecto do metrônomo terminado, formado pelo alto-falante e pelo potenciômetro de ritmo das pulsações.

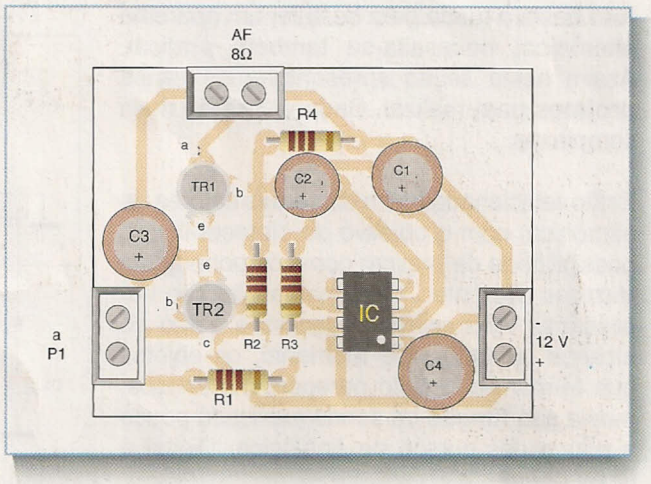
Montagem do metrônomo

Produz-se em três fases: identificação e inserção dos componentes, solda e ligações externas

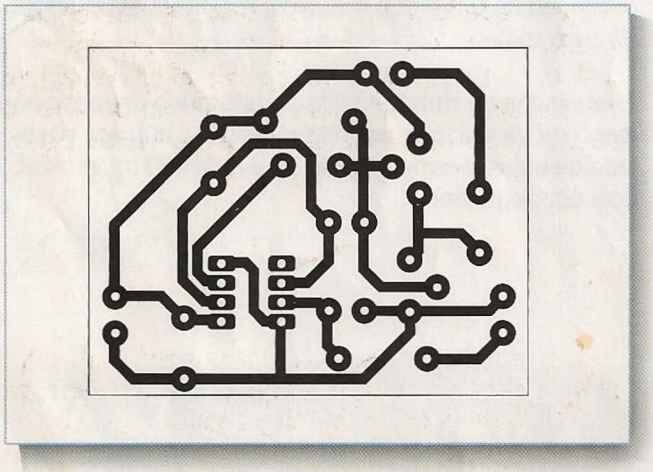
Todos os componentes do circuito, exceto a pilha do potenciômetro e do alto-falante encontram-se a sua posição em uma **placa** de circuito impresso, como a que se mostra na figura.

A figura abaixo, mostra no entanto as **trilhas de cobre** que, pelo outro lado da placa, os terminais e os componentes são ligados entre si, garantindo a ligação eletrica.

Desta forma, os componentes são **inseridos** na posição e com a orientação correta, sendo depois soldados de forma que fiquem fixos de maneira duradoura (conduzindo a eletricidade) ao cobre do circuito.



Disposição dos componentes num circuito impresso, vista pelo lado dos componentes.



IDENTIFICAR OS COMPONENTES

Os resistores (R1, R2, R3, R4) são pequenos cilindros marcados por faixas coloridas; por comodidade, nos primeiros projetos indicaremos as cores na lista de componentes proporcionada na ultima página.

Os capacitores eletrolíticos (C1, C2, C3, C4) têm um valor escrito e uma polaridade, não podem ser montados invertidos: os sinais positivo (+) e negativo (-) devem estar na posição indicada. Os transistores (TR1 E TR2) são diferentes entre si e não devem mudar-se. Também devem ser montados exatamente com a indicação.

O circuito impresso visto pelo lado da solda: as pistas terminam em pontos furados, onde se soldam os terminais.

SOQUETES E BÓRNES

O circuito integrado (IC) é o "coração" do metrônomo; tem uma marca de referência para evitar que seja montado ao contrário.

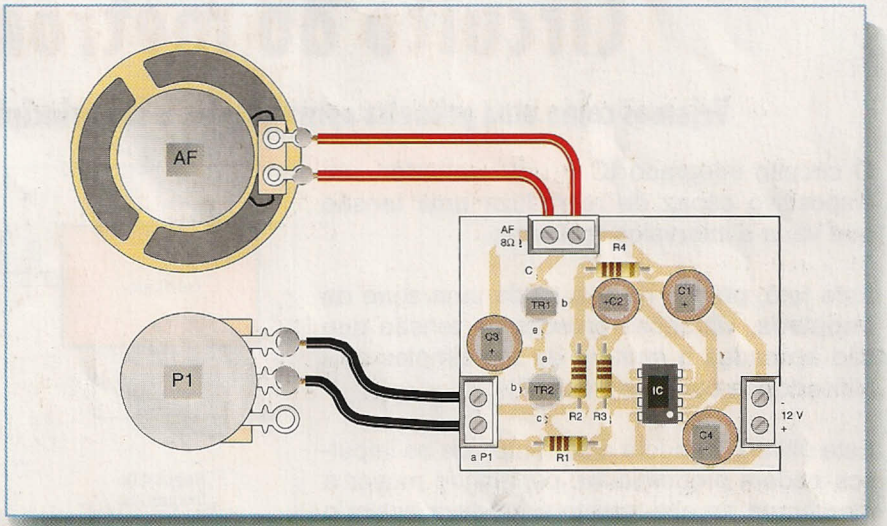
Para não danifica-lo com o calor do soldador, e para poder substituí-lo com facilidade em caso de queima, é preferível não solda-lo diretamente, mas sim inseri-lo em um **soquete** especial de 8 pinos, soldado ao circuito. Os **bórnes** servem para a ligação dos fios com parafusos (alto-falantes, pilha, potenciômetro), assim os buracos correspondentes são voltados para fora da placa.

LIGAÇÕES EXTERNAS

Para as operações de inserção, **solda** com estanho e corte dos terminais, remitimos o leitor à seção da introdução das técnicas de montagem.

O potenciômetro de controle da cadência, liga-se como mostra a figura, soldando um fio a um extremo e outro ao terminal central.

A mesma figura também mostra como se deve soldar os fios do **alto-falante** recomendamos não insistir muito tempo com o soldador, pois os terminais dos alto-falantes podem ser delicados.



Solda que se tem que efetuar no potenciômetro e no alto-falante, para os cabos que os ligam ao metrônomo.

POLARIDADE DA PILHA

O circuito admite uma **tensão de alimentação** (a necessária para funcionar) de 12 V, doze volts, mas funciona também apenas com 9 V. Ainda que seja uma potência inferior, a cadência não se ressente.

Desta forma, é possível empregar uma pilha comum de 9 V, mas é essencial que não se engane com a **polaridade**: mudando "+" pelo "-" pois pode destruir o circuito em poucos segundos. Como alternativa pode-se utilizar uma pequena fonte de **alimentação**, mas no entanto é necessário estar completamente seguro da polaridade: no caso de que existam dúvidas, é melhor utilizar uma pilha até que se tenha um pouco de prática com o "multiteste".

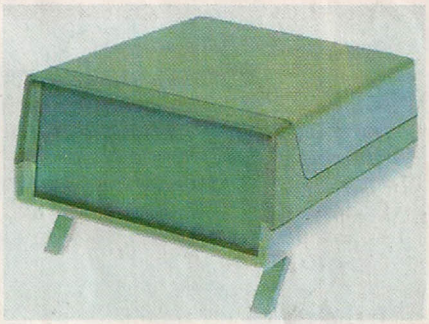
PROVA

Depois de uma posterior **verificação** de que todos os componentes estão montados na posição correta, e orientados para o lado correspondente, pode-se ligar então o potenciômetro, o alto-falante e finalmente a pilha.

O alto-falante começará a emitir uma série de pequenas batidas com intervalos regulares, cuja **freqüência** (cadência) se pode regular entre as 70 e as 250 pulsações por minuto, girando o comando do potenciômetro.

Uma melhor resposta acústica será obtida montando o metrônomo numa **carcassa** de plástico e fazendo-lhe alguns buracos que correspondam ao cone do alto-falante deixando passar assim o som.

Pode-se também acrescentar uma **escala graduada** em volta do comando, escrevendo na mesma os valores (pulsações por minuto) obtidos com a ajuda de um cronômetro.



Exemplo de uma carcassa adequada para o metrônomo: devido ao seu baixo consumo, não existem problemas de aquecimento.

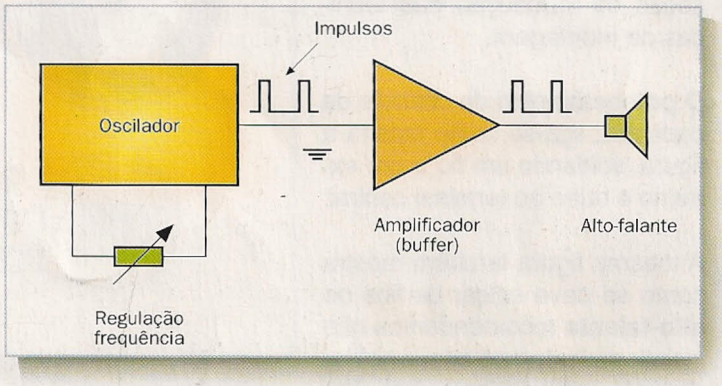
Circuito do metrônomo

Vejamos como uma primeira aproximação, o seu princípio de funcionamento

O circuito integrado IC é um **oscilador**, um dispositivo capaz de reproduzir uma tensão que varia a intervalos regulares.

Este fato, produz na sua saída uma série de **impulsos**, vibrações bruscas de tensão que são aplicadas à entrada de um simples amplificador de corrente ("buffer").

Este último, aumenta a corrente que os impulsos podem proporcionar, permitindo mover a membrana do alto-falante e produzir assim o "tic" do metrônomo.



Esquema em blocos do metrônomo eletrônico: um gerador de pulsos (oscilador) e um amplificador de corrente.

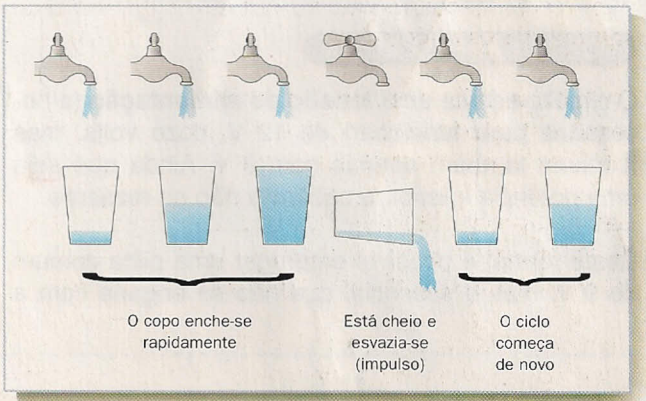
FUNCIONAMENTO

O capacitor C1 (ver o esquema da pág. 1) **carrega-se** lentamente através do P1, R1 e R3: variando o valor do P1 muda-se a velocidade da carga.

Quando se alcança uma certa tensão, o circuito integrado descarga a mesma rapidamente sobre o R3 e produz um **impulso** breve mas amplo sobre a saída.

O pulso atravessa o C2 e **reforçado** (amplificado) pelos transistores TR1 e TR2, atravessa também o C2 alcançando o alto-falante produzindo o som desejado.

O capacitor C4 serve para **estabilizar** a tensão de alimentação, absorvendo possíveis variações e proporcionando os breves picos de corrente necessários ao alto-falante.



O capacitor C1 atua como um recipiente que se enche pouco a pouco; quando está cheio, esvazia-se de repente.

LISTA DE COMPONENTES

Resistores
R1 = 100 KΩ (kilohms): marrom, preto, amarelo, dourado
R2, R4 = 10 KΩ marrom, preto, laranja, dourado
R3 = 1KΩ marrom, preto, vermelho, dourado
Potenciômetro
P1 = 1 MΩ (megaohm) linear com aste
Capacitores
C1 = 1 μF (microfarads), 16 V de trabalho ou mais
C2 = 10 μF / 16 V
C3, C4 = 100 μF /16 V
Transistores
TR1 = 2N2904 ou equivalente
TR2 = 2N2219 ou equivalente

Circuito integrado
IC = 555 ou equivalente
Outro material
AF = alto-falante miniatura com uma impedância de 8 Ω (ohms)
3 bórnes de dois polos situados a 5 mm do circuito impresso
1 soquete de 8 pinos para o circuito integrado
1 conector para a pilha de 9 V, no caso de que se utilize
1 circuito impresso

Nota: o valor do capacitor C1 pode ser aumentado (por exemplo a 10μF ou 47μF) para se obter cadências mais lentas.